

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 1 z 16
----------------------------	---	-------------------------------

Příloha F – Zkoušky drátů po slanění

Zkoušky se provádějí podle norem, uvedených v čl. 1.4 této technické normy (normy pro hliníkové dráty, dráty ze slitin hliníku, ocelové pozinkované dráty a ocelové dráty, pokryté hliníkem). Seznam typových a výběrových zkoušek drátů - viz tab. 4 v čl. 6.1 této TN.

Zkušební vzorek drátu se odebere ze vzorku vodiče, vyjme se ze své pozice a vyrovná. Musí se dbát na to, aby přitom nedošlo k jeho natažení (viz čl. 6.5 normy [1]).

Kromě norem, uvedených v článku 1.4, jsou v této příloze odkazy také na následující normy:

ISO 6892 - 2 *Metallic materials - Tensile testing at elevated temperature*

ISO 7802 *Metallic materials - Wire - Wrapping test*

Zavedena v ČSN ISO 7802 *Kovové materiály. Zkouška drátu navíjením* (listopad 1994) v českém jazyce překladem originálu.

Tato mezinárodní norma předepisuje metodu pro stanovení schopnosti drátů z kovových materiálů průměru od 0,1 mm do 10 mm plasticky se deformovat navíjením.

IEC 60468 *Method of measurement of resistivity of metallic materials*

(Metoda měření rezistivity kovových materiálů) - dosud nezavedena

Tato doporučená mezinárodní norma uvádí zkušební postupy určení měrného odporu plných vodičů a elektrického odporu vodičů na jednotku délky.

EN 10218-1 *Steel wire and wire products. General. Part 1: Test methods*

Zavedena v ČSN EN 10218-1 *Ocelový drát a výrobky z drátu.*

Všeobecně. Část 1: Zkušební metody (září 1995) v českém jazyce překladem originálu.

Tato norma uvádí způsoby zkoušení ocelových drátů a výrobků z drátu vyrobených tvářením za studena, žíhaných nebo zušlechtěných v oleji a/nebo povlečených povlakem, které mají stále stejný průřez buď kruhového nebo speciálního tvaru. Norma platí pro zkoušku tahem, zkoušku kroucením, zkoušku střídavým ohýbáním, zkoušku navíjením, zkoušku lámavosti, zkoušku střídavým kroucením a pro další zkoušky.

EN 10244-2 *Steel wire and wire products - Non-ferrous metallic coatings on steel wire - Part 2: Zinc or zinc alloy coatings*

Zavedena v ČSN EN 10244-2 *Ocelové dráty a výrobky z drátu - Kovové neželezné povlaky na ocelových drátech - Část 2: Poblaky ze zinku nebo slitin zinku* (leden 2002) v anglickém znění vyhlášením.

F.1 Zkoušky hliníkových drátů (EN 60889 [3])

F.1.1 Průměr drátu (viz čl. 5 normy [3])

Jmenovitý průměr drátu musí být vyjádřen v mm na 2 desetinná místa. Měření se provede ve dvou kolmých směrech jednoho průřezu.

Žádná naměřená hodnota průměru se nesmí odchýlit od jmenovitého průměru více než o hodnotu v tabulce F.1.1.

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 2 z 16
----------------------------	---	-------------------------------

Tabulka F.1.1 – Mezní odchylky průměru hliníkových drátů

jmenovitý průměr		mezní úchylka
více než [mm]	do (včetně) [mm]	
---	3,00	± 0,03 mm
3,00	---	± 1%

F.1.2 Pevnost drátu (viz čl. 10.1 normy [3] a čl. 6.5.2 normy [1])

Vzorek drátu se podrobí zkoušce tahem podle normy ISO 6892. Vzájemná rychlost pohybu čelistí zkušebního stroje musí být v rozsahu 25 -100 mm/1min.

Naměřená pevnost v tahu nesmí být menší než hodnoty v tabulce F.1.2.

Tabulka F.1.2 – Mechanické vlastnosti hliníkových drátů

jmenovitý průměr		minimální pevnost v tahu [MPa]
více než [mm]	do (včetně) [mm]	
---	1,25	200 x 0,95
1,25	1,50	195 x 0,95
1,50	1,75	190 x 0,95
1,75	2,00	185 x 0,95
2,00	2,25	180 x 0,95
2,25	2,50	175 x 0,95
2,50	3,00	170 x 0,95
3,00	3,50	165 x 0,95
3,50	5,00	160 x 0,95
Poznámka : V posledním sloupci tabulky jsou uvedeny hodnoty min.pevnosti drátů před slaněním podle EN 60889, snížené pro dráty po slaněním podle čl. 6.5 EN 50182.		

F.1.3 Prodloužení drátu

Pro hliníkové dráty (AL1) se zkouška prodloužení nepožaduje.

F.1.4 Elektrický odpor (viz čl. 11 normy [3])

Rezistivita zkušebního tělesa odříznutého z každého zkoušeného vzorku musí být určena běžnou metodou podle IEC 60468.

Rezistivita při +20°C nesmí být vyšší než 28,264 nΩm.

F.1.5 Zkouška navíjením (viz čl. 10.2 normy [3])

Vzorek drátu se podrobí zkoušce navíjením podle ISO 7802. Kolem jádra s průměrem rovným průměru drátu musí být navinuto 8 závitů rychlostí max. 60 otáček/1min. 6 závitů musí být potom odvinuto a znovu těsně navinuto.

Při zkoušce nesmí dojít k porušení drátu.

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 3 z 16
----------------------------	--	---

F.1.6 Svary (viz čl. 6.5 normy [1])

Zkouška je pouze typová a provádí se pouze na vyžádání zákazníka. Je-li o to výrobce požádán, musí prokázat, že metoda, používaná pro spojování hliníkových drátů splňuje požadavky na pevnost podle čl. 5.6 vykonáním zkoušky tahem.

Poznámka: Spoje provedené u výrobce drátu musí mít pevnost v tahu min. 130 N/mm² (viz čl. 7 normy [3]).

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 4 z 16
----------------------------	---	--------------------------------------

F.2 Zkoušky drátů ze slitiny hliníku (EN 50183)

F.2.1 Průměr drátu (viz čl. 6 a 11.2 normy [4])

Jmenovitý průměr drátu musí být vyjádřen v mm na 2 desetinná místa. Měření se provede ve 2 kolmých směrech jednoho průřezu.

Žádná naměřená hodnota průměru se nesmí odchýlit od jmenovitého průměru více než o hodnotu v tabulce F.2.1.

Tabulka F.2.1 – Mezní odchylka průměru drátů ze slitiny hliníku

jmenovitý průměr		mezní úchylka
více než [mm]	do (včetně) [mm]	
1,50	3,00	± 0,03 mm
3,00	5,00	± 1 %

Poznámka : Při výpočtu skutečného průřezu drátu se počítá se střední hodnotou z obou měření.

F.2.2 Pevnost drátu (viz čl. 5 a 11.3 normy [4] a čl. 6.5 normy [1])

Vzorek drátu se podrobí zkoušce tahem podle EN 10002-1. Rychlost vzdalování čelistí zkušebního stroje musí být v rozsahu 25 - 100 mm/1min.

Pevnost v tahu nesmí být menší než hodnoty uvedené v tabulce F.2.2.

Tabulka F.2.2 - Vlastnosti drátů ze slitiny hliníku

typ	jmenovitá vodivost	jmenovitý průměr		minimální pevnost		minimální prodloužení po přetržení na 250mm	maximální rezistivita	
		nad	do včetně	jednotlivých drátů	průměrná hodnota		jednotlivých drátů	průměrná hodnota
	[% IACS]	[mm]	[mm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[%]	[nΩm]	[nΩm]
AL2	52,5	1,50	3,50	325	---	3,0	32,84	---
		3,50	5,00	315	---	3,0	32,84	---
AL3	53,0	1,50	5,00	295	---	3,5	32,53	---
AL4	52,9	1,50	3,50	325	342	3,0	32,9	32,6
		3,50	5,00	315	330	3,0	32,9	32,6
AL5	55,25	1,50	5,00	295	---	3,5	32,2	31,2
AL6	55,6	1,50	3,50	314	---	3,5	31,5	31,0
		3,50	5,00	304	---	3,5	31,5	31,0
AL7	57,5	1,50	2,50	300	---	3,0	30,5	30,0
		2,50	3,00	290	---	3,0	30,5	30,0
		3,00	3,50	275	---	3,0	30,5	30,0
		3,50	4,00	265	---	3,0	30,5	30,0
		4,00	5,00	255	---	3,0	30,5	30,0

Výjimky pro vlastnosti drátů po slanění (podle čl. 6.5 normy [1]) :

5% drátů AL4 může mít nižší pevnost, než udává tabulka ve sloupci min. pevnost jednotlivých drátů.

5% drátů AL4 může mít vyšší rezistivitu, než udává tabulka ve sloupci max. rezistivita jednotlivých drátů.

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 5 z 16
----------------------------	--	-------------------------------

F.2.3 Prodloužení drátu (viz čl. 5 a 11.3 normy [4])

Vzorek drátu se podrobí zkoušce podle EN 10002-1. Rychlost vzdalování čelistí zkušebního stroje musí být v rozsahu 25 - 100 mm/1min.

Měří se trvalé prodloužení vzorku **po přetržení** (A_{250}) původní délky 250 mm tak, že se přetržené konce sesadí k sobě.

Prodloužení nesmí být menší než hodnoty uvedené v tabulce F.2.2.

V kontraktu může být vyžadováno měření prodloužení vzorku **při přetržení**, pokud zákazník vyžaduje důkaz, že jsou splněny požadavky tohoto standardu.

Určení prodloužení při nebo po přetržení je platné,

- pokud je dosaženo předepsané hodnoty (pak nezáleží na poloze lomu);
- pokud není dosaženo předepsané hodnoty, musí se zlom objevit mezi měřicími značkami a ne blíže než 25 mm od nich.

F.2.4 Elektrický odpor (viz čl. 5 a 11.6 normy [4] a čl. 6.5 normy [1])

Rezistivita zkušebního tělesa odříznutého z každého zkoušeného vzorku musí být určena běžnou metodou podle IEC 60468.

Zjištěná rezistivita při +20°C nesmí být vyšší než hodnoty uvedené v tabulce F.2.2.

F.2.5 Zkouška navíjením (viz čl. 11.4 normy [4])

Vzorek drátu se podrobí zkoušce navíjením podle ISO 7802.

Kolem zkušebního jádra s průměrem rovným průměru drátu musí být navinuto 8 závitů rychlostí max. 60 otáček/1min.

Při zkoušce nesmí dojít k porušení drátu.

F.2.6 Svary (viz čl. 6.5 normy [1])

Zkouška je pouze typová a provádí se pouze na vyžádání zákazníka. Je-li o to výrobce požádán, musí prokázat, že metoda, používaná pro spojování hliníkových drátů splňuje požadavky na pevnost podle čl. 5.6 vykonáním zkoušky tahem.

Poznámka: Spoje provedené u výrobce drátu musí mít pevnost v tahu min. 130 N/mm² (viz čl. 9 normy [4]).

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 6 z 16
----------------------------	--	-------------------------------

F.3 Zkoušky drátů z pozinkované oceli (EN 50189)

F.3.1 Průměr drátu (viz čl. 7 a 11.2 normy [2])

Jmenovitý průměr drátu musí být vyjádřen v mm na 2 desetinná místa. Měření se provede ve 2 kolmých směrech jednoho průřezu.

Žádná naměřená hodnota průměru se nesmí odchýlit od jmenovitého průměru více než o hodnoty uvedené v tabulkách F.3.2 - F.3.7 (podle typu materiálu).

Je známo, že povrch zinkového povlaku, zvláště vyrobeného žárovým zinkováním, není zcela hladký a stejnoměrný. Proto se předpokládá, že uvedené tolerance se platí při měření v bezchybné části pozinkovaného drátu.

Poznámka: Při výpočtu skutečného průřezu drátu se počítá se střední hodnotou z obou měření.

F.3.2 Pevnost drátu (viz čl. 11.4 normy [2] a čl. 6.5.2 normy [1])

Vzorek drátu se podrobí zkoušce tahem podle EN 10002-1 na vhodném zkušebním zařízení. Zatížení musí být rovnoměrně zvyšováno nad a pod hodnotou 1% prodloužení a vzájemná rychlost pohybu čelistí zkušebního stroje musí být v rozsahu $(0,1 - 0,4) \times l_m / 1 \text{ min}$, kde l_m [mm] je měřicí délka mezi značkami.

Pevnost v tahu, vypočtená jako podíl síly při přetržení a průřezu drátu (vypočteného ze skutečného průměru před zkouškou), nesmí být menší než hodnoty, uvedené v příslušných tabulkách F.3.2 - F.3.7.

Poznámka: V uvedených tabulkách je zahrnuto snížení pevnosti v tahu pro dráty po slanění podle čl. 6.5.2 normy [1] o 5 %.

F.3.3 Namáhání při 1% prodloužení (viz čl. 11.3 normy [2] a čl. 6.5.2 normy [1])

Vzorek středního (centrálního) drátu se podrobí zkoušce podle EN 10002-1 na vhodném zkušebním zařízení.

Vzorek se upne do čelistí zkušebního tahového stroje. Při počátečním tahu, odpovídajícímu počátečnímu napětí podle tabulky 1 v normě [2], se namontuje průtahoměr na 250 mm měřené délky a nastaví se na počáteční nastavení podle tabulky 1 v normě [2]. Měřená délka musí být na vzorku označena před aplikací tahové síly, vzdálenost mezi čelistmi a měřicími značkami musí být alespoň 25 mm.

Počáteční zatížení musí pak být rovnoměrně zvyšováno až do prodloužení původní měřené délky o 1%. Při něm se odečte zatížení a z něho se vypočte namáhání při 1% prodloužení jako podíl tohoto zatížení a průřezu drátu (vypočteného ze skutečného průměru drátu, změřeného před zkouškou).

Namáhání při 1% prodloužení nesmí být menší než hodnoty, uvedené v příslušných tabulkách F.3.2 - F.3.7.

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 7 z 16
----------------------------	---	-------------------------------

Poznámka: V tabulkách F.3.2 - F.3.7 je zahrnuto snížení mechanického napětí při 1% prodloužení pro dráty po slanění podle čl. 6.5.2 normy [1] o 5%, které platí pro zkoušku středového drátu.

Vzorek může být následně použit pro zkoušky pevnosti (viz F.3.2) a prodloužení (viz F.3.4.1).

Měření jiného než středního drátu je nespolehlivé. Bude-li požadováno, musí být minimální hodnota namáhání při 1% prodloužení dohodnutá mezi zákazníkem a výrobcem v kontraktu.

Poznámka: Při zkoušce jiného než středního drátu po slanění je pro zkoušky lan pro ČEPS požadováno, aby namáhání při 1% prodloužení nebylo nižší než 90% předepsané min. hodnoty, platné pro dráty před slaněním podle normy [5].

F.3.4 Kujnost, tažnost, ohebnost (viz čl. 11.5 normy [2])

Provede se buď zkouška trvalého prodloužení po přetržení podle bodu F.3.4.1 nebo zkouška kroucením podle bodu F.3.4.2. Výběr druhu zkoušky je na uvážení výrobce, pokud není předem v kontraktu mezi výrobcem a objednatelem dohodnuto jinak.

F.3.4.1 Zkouška prodloužení (viz čl. 11.5.1 normy [2] a čl. 6.5.2 normy [1])

Vzorek drátu se podrobí zkoušce v souladu s EN 10002-1. Měří se trvalé prodloužení vzorku **po přetržení** (A_{250}) na měřicí délce 250 mm.

Prodloužení nesmí být menší než hodnoty, uvedené v příslušných tabulkách F.3.2 - F.3.7 (podle typu a průměru drátu).

Poznámka: V tabulkách F.3.2 - F.3.7 je zahrnuto snížení prodloužení pro dráty po slanění podle čl. 6.5.2 normy [1] o 0,5%.

F.3.4.2 Zkouška kroucením (torze) (viz čl. 11.5.2 normy [2] a čl. 6.5.2 normy [1])

Vzorek drátu se podrobí torzní zkoušce podle EN 10218-1. Zkouška se neprovádí u drátů typu ST2B a ST5E (min. počet zkrutů není stanoven).

Počet zkrutů na délce 100 x průměr drátu, který způsobí prasknutí drátu, nesmí být menší než hodnoty uvedené v tabulkách F.3.2, F.3.4, F.3.5 a F.3.7 (podle typu a průměru drátu).

Poznámka : V tabulkách je zahrnuto snížení počtu zkrutů pro dráty po slanění podle čl. 6.5.2 normy [1] o 2 otáčky.

F.3.5 Zkouška navíjením (viz čl. 11.5.3 normy [2])

Vzorek drátu se podrobí zkoušce navíjením podle EN 10218-1. Kolem válcového jádra s průměrem podle tabulek F.3.2 - F.3.7 (podle typu a průměru drátu) musí být navinuto 8 závitů rychlostí max. 15 otáček/1min. Závity musejí tvořit těsnou šroubovici.

Při zkoušce nesmí dojít k porušení drátu.

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 8 z 16
----------------------------	---	---

F.3.6 Hmotnost zinkové vrstvy (viz čl. 11.6 normy [2])

Hmotnost zinkové vrstvy se určí buď volumetrickou, nebo gravimetrickou metodou podle EN 10244-2.

Hmotnost zinku nesmí být menší než příslušná hodnota uvedená v tabulce F.3.1.

Tabulka F.3.1 – Požadavky na zinkovou vrstvu

jmenovitý průměr drátu [mm]		třída A		třída B		třída C		třída D		třída E	
nad	do včetně	min. hmotnost Zn [g/m ²]	min. počet 1min ponoř.	min. hmotnost Zn [g/m ²]	min. počet 1min ponoř.	min. hmotnost Zn [g/m ²]	min. počet 1min ponoř.	min. hmotnost Zn [g/m ²]	min. počet 1min ponoř.	min. hmotnost Zn [g/m ²]	min. počet 1min ponoř.
1,24	1,50	185	2	370	3 ¹ / ₂	150	1 ¹ / ₂	365	3 ¹ / ₂	185	2
1,50	1,75	200	2	400	3 ¹ / ₂	160	1 ¹ / ₂	460	3 ¹ / ₂	200	2
1,75	2,00	215	2 ¹ / ₂	430	4	175	2	550	4	215	2 ¹ / ₂
2,00	2,25	215	2 ¹ / ₂	430	4	175	2	550	4	250	3 ¹ / ₂
2,25	2,75	230	3	460	4	190	2 ¹ / ₂	640	5	250	3 ¹ / ₂
2,75	3,00	230	3	460	4	190	2 ¹ / ₂	640	5	250	3 ¹ / ₂
3,00	3,50	245	3 ¹ / ₂	490	4	205	3	730	6	250	3 ¹ / ₂
3,50	4,25	260	3 ¹ / ₂	520	4	260	3 ¹ / ₂	730	6	260	3 ¹ / ₂
4,25	4,75	275	4	550	4	275	4	775	6	275	4
4,75	5,00	290	4	580	5	290	4	825	6	290	4
5,00	5,25	290	4	580	5	290	4	825	6	290	4
5,25	5,50	290	4	580	5	290	4	825	6	290	4

Poznámka: 1/2 ponoření znamená 30 sekundové ponoření

F.3.7 Přilnavost zinkové vrstvy (viz čl. 11.7 normy [2])

Vzorek drátu se podrobí zkoušce přilnavosti zinkové vrstvy. Drát se ovine nejméně 8 závitů, tvořícími těsnou šroubovici, rychlostí max. 15 závitů/1min. kolem válcového jádra o průměru

- 4x průměr drátu pro dráty o průměru do 3,50 mm včetně;
- 5x průměr drátu pro dráty o průměru nad 3,50 mm

Vrstva zinku musí zůstat pevně přilnutá k oceli a nesmí prasknout ani se odlupovat tak, že by mohl být zinek odírán holými prsty.

F.3.8 Rovnoměrnost zinkové vrstvy (viz čl. 11.8 normy [2])

Vzorek ocelového drátu se podrobí zkoušce ponořováním podle EN 10244-2.

Příslušný počet ponorů je uveden v tabulce F.3.1, na vzorku se nesmí vytvořit sedimenty mědi, jak je popsáno v uvedeném standardu.

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 9 z 16
----------------------------	---	-------------------------------

F.3.9 Měrný elektrický odpor (viz čl. 4.8 a 6.3.5 normy [5])

Vzorek drátu se podrobí zkoušce podle IEC 60468 při teplotě v rozsahu 10 - 30°C. Naměřený odpor se přepočte na hodnotu při 20°C podle vztahu

$$R_{20} = R_T \left(\frac{1}{1 + \alpha (T - 20)} \right)$$

- $T \dots$ teplota při měření ve °C
 $R_T \dots$ elektrický odpor při teplotě T
 $R_{20} \dots$ elektrický odpor při teplotě 20°C
 $\alpha \dots$ teplotní součinitel odporu při 20°C [K⁻¹]

Poznámka: Typická hodnota teplotního součinitele odporu α [K⁻¹] je 0,0045 (podle technické brožury CIGRÉ 207:2002).

Rezistivita drátu se vypočte z vypočteného odporu při 20°C, průřezu drátu vypočteného z naměřeného průměru z a délky vzorku.

Požadovaná hodnota není předepsána. Měření se provádí za účelem zjištění skutečné rezistivity drátů pro výpočty odporu vodiče a zkratové odolnosti.

Tabulka F.3.2 – Mechanické vlastnosti ST1A drátů (po slanění)

jmenovitý průměr drátu [mm]		tolerance průměru [mm]	namáhání při 1% prodloužení $R_e 1,0$ [N/mm ²]	pevnost R_m [N/mm ²]	prodloužení na 250mm A_{250} [%]	průměr zkušebního jádra pro zkoušku navíjením	počet zkrutů
nad	do včetně		minimum	minimum	minimum		minimum
1,24	1,50	± 0,03	1170 x 0,95	1400 x 0,95	3,0-0,5	1	18-2
1,50	1,75	± 0,03	1170 x 0,95	1400 x 0,95	3,0-0,5	1	18-2
1,75	2,25	± 0,03	1170 x 0,95	1400 x 0,95	3,0-0,5	1	18-2
2,25	2,75	± 0,04	1140 x 0,95	1350 x 0,95	3,0-0,5	1	16-2
2,75	3,00	± 0,05	1140 x 0,95	1350 x 0,95	3,5-0,5	1	16-2
3,00	3,50	± 0,05	1100 x 0,95	1300 x 0,95	3,5-0,5	1	14-2
3,50	4,25	± 0,06	1100 x 0,95	1300 x 0,95	4,0-0,5	1	12-2
4,25	4,75	± 0,06	1100 x 0,95	1300 x 0,95	4,0-0,5	1	12-2
4,75	5,50	± 0,07	1100 x 0,95	1300 x 0,95	4,0-0,5	1	12-2

Pro zkoušky namáhání při 1% prodloužení jiného než středního drátu se součinitel 0,95 nahrazuje součinitelem 0,9.

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 10 z 16
----------------------------	---	--

Tabulka F.3.3 – Mechanické vlastnosti ST2B drátů (po slanění)

jmenovitý průměr drátu [mm]		tolerance průměru [mm]	namáhání při 1% prodloužení $R_e 1,0$ [N/mm ²]	pevnost R_m [N/mm ²]	prodloužení na 250mm A_{250} [%]	průměr zkušebního jádra pro zkoušku navíjením
nad	do včetně		minimum	minimum	minimum	x Ø drátu
1,24	1,50	± 0,05	1100 x 0,95	1300 x 0,95	4,0-0,5	1
1,50	1,75	± 0,05	1100 x 0,95	1300 x 0,95	4,0-0,5	1
1,75	2,25	± 0,05	1100 x 0,95	1300 x 0,95	4,0-0,5	1
2,25	2,75	± 0,06	1070 x 0,95	1250 x 0,95	4,0-0,5	1
2,75	3,00	± 0,06	1070 x 0,95	1250 x 0,95	4,0-0,5	1
3,00	3,50	± 0,07	1000 x 0,95	1200 x 0,95	4,0-0,5	1
3,50	4,25	± 0,09	1000 x 0,95	1200 x 0,95	4,0-0,5	1
4,25	4,75	± 0,10	1000 x 0,95	1200 x 0,95	4,0-0,5	1
4,75	5,50	± 0,11	1000 x 0,95	1200 x 0,95	4,0-0,5	1

Pro zkoušky namáhání při 1% prodloužení jiného než středního drátu se součinitel 0,95 nahrazuje součinitelem 0,9.

Tabulka F.3.4 – Mechanické vlastnosti ST3D drátů (po slanění)

jmenovitý průměr drátu [mm]		tolerance průměru [mm]	namáhání při 1% prodloužení $R_e 1,0$ [N/mm ²]	pevnost R_m [N/mm ²]	prodloužení na 250mm A_{250} [%]	průměr zkušebního jádra pro zkoušku navíjením	počet zkrutů
nad	do včetně		minimum	minimum	minimum	x Ø drátu	minimum
1,24	1,50	± 0,05	1210 x 0,95	1500 x 0,95	4,0-0,5	2	16-2
1,50	1,75	± 0,07	1210 x 0,95	1500 x 0,95	4,0-0,5	2	16-2
1,75	2,25	± 0,08	1210 x 0,95	1500 x 0,95	4,0-0,5	2	16-2
2,25	2,75	± 0,10	1210 x 0,95	1500 x 0,95	4,0-0,5	3	16-2
2,75	3,00	± 0,12	1210 x 0,95	1500 x 0,95	4,0-0,5	3	16-2
3,00	3,50	± 0,13	1100 x 0,95	1400 x 0,95	4,0-0,5	3	16-2
3,50	4,25	± 0,13	1100 x 0,95	1400 x 0,95	4,0-0,5	3	14-2
4,25	4,75	± 0,13	1100 x 0,95	1400 x 0,95	4,0-0,5	3	14-2
4,75	5,50	± 0,13	1100 x 0,95	1400 x 0,95	4,0-0,5	3	14-2

Pro zkoušky namáhání při 1% prodloužení jiného než středního drátu se součinitel 0,95 nahrazuje součinitelem 0,9.

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 11 z 16
----------------------------	---	--------------------------------

Tabulka F.3.5 – Mechanické vlastnosti ST4A drátů (po slanění)

jmenovitý průměr drátu [mm]		tolerance průměru [mm]	namáhání při 1% prodloužení $R_e 1,0$ [N/mm ²]	pevnost R_m [N/mm ²]	prodloužení na 250mm A_{250} [%]	průměr zkušebního jádra pro zkoušku navíjením	počet zkrutů
Nad	do včetně		minimum	minimum	minimum	x Ø drátu	minimum
1,24	1,50	± 0,03	1275 x 0,95	1670 x 0,95	3,5-0,5	2	12-2
1,50	1,75	± 0,03	1275 x 0,95	1670 x 0,95	3,5-0,5	2	12-2
1,75	2,25	± 0,03	1275 x 0,95	1670 x 0,95	3,5-0,5	2	12-2
2,25	2,75	± 0,04	1275 x 0,95	1670 x 0,95	4,0-0,5	3	12-2
2,75	3,00	± 0,05	1275 x 0,95	1670 x 0,95	4,0-0,5	3	12-2
3,00	3,50	± 0,05	1225 x 0,95	1620 x 0,95	4,0-0,5	3	12-2
3,50	4,25	± 0,06	1225 x 0,95	1620 x 0,95	4,0-0,5	3	12-2
4,25	4,75	± 0,06	1225 x 0,95	1620 x 0,95	4,0-0,5	3	12-2
4,75	5,50	± 0,07	1225 x 0,95	1620 x 0,95	4,0-0,5	3	12-2

Pro zkoušky namáhání při 1% prodloužení jiného než středního drátu se součinitel 0,95 nahrazuje součinitelem 0,9.

Tabulka F.3.6 – Mechanické vlastnosti ST5E drátů (po slanění)

jmenovitý průměr drátu [mm]		tolerance průměru [mm]	namáhání při 1% prodloužení $R_e 1,0$ [N/mm ²]	pevnost * R_m [N/mm ²]	prodloužení na 250 mm A_{250} [%]	průměr zkušebního jádra pro zkoušku navíjením
nad	do včetně		minimum	minimum	minimum	x Ø drátu
1,24	1,75	± 0,03	1420 x 0,95	1620 x 0,95	3,5-0,5	4
1,75	2,30	± 0,04	1420 x 0,95	1620 x 0,95	3,5-0,5	4
2,30	2,55	± 0,04	1370 x 0,95	1620 x 0,95	4,0-0,5	4
2,55	2,75	± 0,04	1370 x 0,95	1670 x 0,95	4,0-0,5	4
2,75	3,50	± 0,05	1370 x 0,95	1670 x 0,95	4,0-0,5	4
3,50	4,75	± 0,06	1370 x 0,95	1670 x 0,95	4,0-0,5	5
4,75	5,50	± 0,07	1370 x 0,95	1670 x 0,95	4,0-0,5	5

Pro zkoušky namáhání při 1% prodloužení jiného než středního drátu se součinitel 0,95 nahrazuje součinitelem 0,9.

Hodnoty v této tabulce nemají obvyklý průběh, kdy klesá pevnost drátu se vzrůstajícím průměrem. Je to způsobeno tím, že některé z hodnot byly založené na drátech pro mimořádně pevné vodiče použité pro specifické projekty.

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 12 z 16
----------------------------	---	--------------------------------

Tabulka F.3.7 – Mechanické vlastnosti ST6C drátů (po slanění)

jmenovitý průměr drátu [mm]		tolerance průměru [mm]	namáhání při 1% prodloužení $R_e 1,0$ [N/mm ²]	pevnost R_m		prodloužení na 250 mm A_{250} [%]	průměr zkušebního jádra pro zkoušku navíjením	počet zkrutů *
				jednotlivých drátů [N/mm ²]	střední hodnota [N/mm ²]			
nad	do včetně		minimum	minimum	minimum	minimum	x Ø drátu	minimum
1,24	1,50	± 0,03	1450 x 0,95	1700	1800 x 0,95	2,0-0,5	4	14-2
1,50	1,75	± 0,03	1450 x 0,95	1700	1800 x 0,95	2,0-0,5	4	14-2
1,75	2,25	± 0,04	1450 x 0,95	1700	1800 x 0,95	2,0-0,5	4	14-2
2,25	2,75	± 0,04	1410 x 0,95	1650	1750 x 0,95	2,0-0,5	4	14-2
2,75	3,00	± 0,05	1410 x 0,95	1650	1750 x 0,95	2,5-0,5	4	12-2
3,00	3,50	± 0,05	1380 x 0,95	1600	1700 x 0,95	2,5-0,5	4	12-2
3,50	4,25	± 0,06	1340 x 0,95	1600	1700 x 0,95	2,5-0,5	5	10-2
4,25	4,75	± 0,06	1340 x 0,95	1600	1700 x 0,95	2,5-0,5	5	10-2
4,75	5,50	± 0,07	1340 x 0,95	1600	1700 x 0,95	2,5-0,50	5	10-2

* Při pozinkování drátů před tažením se minimální počet zkrutů zvýší o 2 a minimální prodloužení se sníží o 1%.

5% drátů může mít nižší pevnost, než udává tabulka ve sloupci pevnost jednotlivých drátů.

Pro zkoušky namáhání při 1% prodloužení jiného než středního drátu se součinitel 0,95 nahrazuje součinitelem 0,9.

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 13 z 16
----------------------------	---	--------------------------------

F.4 Zkoušky ocelových drátů pokrytých hliníkem (EN 61232)

F.4.1 Průměr drátu (viz čl. 3.2 a 4.4 normy [5])

Jmenovitý průměr drátu musí být vyjádřen v mm na 2 desetinná místa. Měření se provede ve dvou na sebe kolmých směrech jednoho průřezu.

Střední hodnota z obou naměřených hodnot průměru se nesmí odchýlit od jmenovitého průměru více než je uvedeno v tabulce F.4.1.

Tabulka F.4.1 – Tolerance průměru drátů z oceli s hliníkovou vrstvou

jmenovitý průměr		tolerance
více než (včetně) [mm]	do [mm]	
---	2,67	± 0,04 mm
2,67	---	± 1,5%

F.4.2 Pevnost (viz čl. 4.6 a 6.3.1 normy [5] a čl. 6.5.2 normy [1])

Vzorek drátu se podrobí zkoušce tahem na vhodném zkušebním zařízení. Zatížení musí být rovnoměrně zvyšováno a vzájemná rychlost pohybu čelistí zkušebního stroje musí být v rozsahu 25 - 100 mm/1min. Pevnost v tahu se vypočte jako podíl síly při přetržení a průřezu drátu (vypočteném ze skutečného průměru před zkouškou).

Zjištěná pevnost v tahu nesmí být menší než je uvedeno v tabulce F.4.2.

Poznámka: V tabulce F.4.2 je zahrnuto snížení pevnosti v tahu pro dráty po slanění podle čl. 6.5.2 normy [1] o 5 %.

F.4.3 Namáhání při 1% prodloužení (viz čl. 6.3.6 normy [5] a čl. 6.5.2 normy [1])

Vzorek středního (centrálního) drátu se podrobí zkoušce na vhodném zkušebním zařízení. Zkouška se musí provádět na rovných nedeformovaných drátech.

Při počátečním tahu, odpovídajícímu počátečnímu napětí podle tabulky 4 v normě [5], se namontuje průtahoměr na 250 mm měřené délky a nastaví se na počáteční nastavení podle tabulky 4 v normě [5]. Měřená délka musí být na vzorku označena před aplikací tahové síly, vzdálenost mezi čelistmi a měřicími značkami musí být alespoň 25 mm.

Zatížení musí být pak rovnoměrně zvyšováno až do prodloužení původní měřené délky 250 mm o 2,50 mm. Při tomto prodloužení se odečte tahová síla a z ní se vypočte namáhání při 1% prodloužení jako podíl této tahové síly a průřezu drátu (vypočteného ze skutečného průměru drátu před zkouškou).

Namáhání při 1% prodloužení nesmí být menší než hodnoty uvedené v tabulce F.4.2, sloupec 5.

Poznámka: V tabulce F.4.2 je zahrnuto snížení mechanického napětí při 1% prodloužení pro dráty po slanění podle čl. 6.5.2 normy [1] o 5%, které platí pro zkoušku středového drátu.

Vzorek může být potom použit pro tahovou zkoušku (viz F.4.2).

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 14 z 16
----------------------------	---	--

Měření jiného než středního drátu je nespolehlivé. Bude-li požadováno, musí být minimální hodnota namáhání při 1% prodloužení dohodnuta mezi zákazníkem a výrobcem v kontraktu.

Poznámka: Při zkoušce jiného než středního drátu po slanění je pro zkoušky lan pro ČEPS požadováno, aby namáhání při 1% prodloužení nebylo nižší než 90% předepsané min.hodnoty, platné pro dráty před slaněním podle normy [5].

Tabulka F.4.2 – Požadavky na pevnost a rezistivitu ocelových drátů pokrytých hliníkem

1	2	3		4	5	6
třída	typ	jmenovitý průměr		pevnost v tahu minimální	namáhání při 1% prodloužení minimální	rezistivita při 20°C maximální
		nad	do včetně			
		[mm]	[mm]	[MPa]	[MPa]	[nΩm]
20SA	A	1,24	3,25	1340 x 0,95	1200 x 0,95	84,80 (odpovídá vodivosti 20,3% IACS)
		3,25	3,45	1310 x 0,95	1180 x 0,95	
		3,45	3,65	1270 x 0,95	1140 x 0,95	
		3,65	3,95	1250 x 0,95	1100 x 0,95	
		3,95	4,10	1210 x 0,95	1100 x 0,95	
		4,10	4,40	1180 x 0,95	1070 x 0,95	
		4,40	4,60	1140 x 0,95	1030 x 0,95	
		4,60	4,75	1100 x 0,95	1000 x 0,95	
		4,75	5,50	1070 x 0,95	1000 x 0,95	
	B	1,24	5,50	1320 x 0,95	1100 x 0,95	
27SA	---	2,50	5,00	1080 x 0,95	800 x 0,95	63,86 (27% IACS)
30SA	---	2,50	5,00	880 x 0,95	650 x 0,95	54,47 (30% IACS)
40SA	---	2,50	5,00	680 x 0,95	500 x 0,95	43,10 (40% IACS)
Pro zkoušky jiného než středního drátu se součinitel 0,95 ve sloupci 5 nahrazuje součinitelem 0,9.						

Je-li lano složeno pouze z drátů pokrytých hliníkem, zkouška namáhání při 1% prodloužení se neprovádí, není-li mezi výrobcem a zákazníkem dohodnuto jinak.

F.4.4 Zkoušky tažnosti (viz čl. 4.7 a 6.3.2 normy [5]) a čl. 6.5.2 normy [1])

Zkoušky mohou být provedeny na stejných vzorcích a stejným postupem jako zkouška pevnosti podle bodu F.4.2. Zkouška se provádí pouze jednou z níže uvedených metod. O metodě rozhoduje výrobce, není-li předem mezi zákazníkem a výrobcem dohodnuto jinak.

Poznámka: U drátů pokrytých hliníkem se v praxi používá měření celkového prodloužení drátu při přetržení (podle F.4.4.2).

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 15 z 16
----------------------------	---	--------------------------------

F.4.4.1 Prodloužení drátu po přetržení

Pro vzorek musí být stanoveno protažení při přetržení, měřené po odlehčení (bez zatížení). Vzorek musí být ručně srovnán a na vzorku označena kalibrem délka 250 mm. Zatěžování se provádí jako u zkoušky tahem. Po přetržení drátu se konce opatrně přiloží k sobě a změří se vzdálenost mezi značkami. Prodloužení se vyjadřuje jako procento z naměřené délky po přetržení k původní délce 250 mm.

Dojde-li k přetržení mimo oblast mezi značkami nebo blíže než 25 mm od značek a hodnota tažnosti je nevyhovující, musí se provést další zkouška.

Drát musí vyhovovat požadavku na minimálně 1% prodloužení po přetržení na měřené délce 250 mm.

F.4.4.2 Celkové prodloužení drátu při přetržení

Vzorek se upne do čelistí zkušebního tahového stroje. Při počátečním tahu, odpovídajícímu počátečnímu napětí podle tabulky 4 v normě [5], se namontuje průtahoměr na 250 mm měřené délky a nastaví se na počáteční nastavení podle tabulky 4 v normě [5]. Měřená délka musí být na vzorku označena před aplikací tahové síly, vzdálenost mezi čelistmi a měřicími značkami musí být alespoň 25 mm.

Zatížení se zvyšuje jako při zkoušce tahem a odečtení prodloužení musí být provedeno při přetržení zkušební vzorku. Dojde-li k přetržení mimo oblast mezi značkami nebo blíže než 25 mm od značek a hodnota tažnosti je nevyhovující, musí se provést další zkouška.

Drát musí vyhovovat požadavku na minimálně 1,5% prodloužení při přetržení na měřené délce 250 mm.

Poznámka: Požadavky na minimální prodloužení drátu po nebo při přetržení, uvedené v člancích F.4.4.1 a F.4.4.2, odpovídají článku 4.7 normy [5], která udává vlastnosti dokončených drátů před sláněním. Podle článku 6.5.2 normy [1] (viz článek 6.5 této technické normy) se při zkouškách ocelových pozinkovaných drátů a ocelových drátů pokrytých hliníkem povoluje snížení hodnoty prodloužení o 0,5%. Pokud se provádí také zkouška namáhání při 1% prodloužení, vedou požadavky na tažnost prakticky k podmínce, že ocelové dráty pokryté hliníkem se nesmějí při zkoušce namáhání při 1% prodloužení přetrhnout.

F.4.5 Zkouška kroucením (viz čl. 4.9 a 6.3.3 normy [5] a čl. 6.5.2 normy [1])

Vzorek drátu se upne za konce do upínacích čelistí, vzdálenost mezi čelistmi musí být 100 x jmenovitý průměr drátu. Jedna z čelistí musí být volná, aby se mohla při zkoušce podélně pohybovat. Drát musí být při zkoušce tažen malou silou, nepřevyšující 2% meze pevnosti drátu. Zkušební vzorek musí být zkrucován otočnou čelistí, dokud nedojde k přetržení (zlomení). Počet zkrutů musí být zaznamenáván vhodným způsobem. Rychlost zkrucování nesmí překročit 60 ot/1min.

- Drát musí vydržet minimálně $20 - 2 = 18$ zkroucení bez přetržení (prasknutí);

Číslo předpisu TN-46/15	Lanové vodiče pro vedení přenosové soustavy	Příloha F strana 16 z 16
----------------------------	---	--------------------------------

- Zkušební vzorek nesmí po zkoušce vykazovat oddělení hliníku od oceli při prohlídce prostým okem (běžné dioptrické brýle jsou povoleny).

F.4.6 Tloušťka hliníkové vrstvy (viz čl. 4.5 a 6.3.4 normy [5])

Tloušťka hliníku zkušební vzorku musí být stanovena použitím vhodných elektrických indikačních přístrojů pracujících na principu měření propustnosti nebo přímým měřením.

Měření musí být odečteno s přesností na 3 desetinná místa a zaokrouhleno na 2 desetinná místa – tato hodnota se považuje za změřenou tloušťku.

Minimální tloušťka hliníkové vrstvy v kterémkoliv místě musí odpovídat požadavkům uvedeným v tabulce F.4.3.

Tabulka F.4.3 – Minimální tloušťka hliníkové vrstvy

Třída	jmenovitý průměr drátu [mm]	minimální tloušťka hliníkové vrstvy
20SA	< 1,80	8% jmen. poloměru drátu x 0,75 = 6% jmen. poloměru drátu
	≥ 1,80	10% jmen. poloměru drátu x 0,75 = 7,5% jmen. poloměru drátu
27SA		14% jmen. poloměru drátu x 0,75 = 10,5% jmen. poloměru drátu
30SA		15% jmen. poloměru drátu x 0,75 = 11,25% jmen. poloměru drátu
40SA		25% jmen. poloměru drátu x 0,75 = 18,75% jmen. poloměru drátu

Poznámka: V tabulce F.4. je zahrnuto snížení min. tloušťky hliníkové vrstvy pro dráty po slanění podle čl. 6.5.2 normy [1] o 25 %.

F.4.7 Měrný elektrický odpor (viz čl. 4.8 a 6.3.5 normy [5])

Vzorek drátu se podrobí zkoušce podle IEC 60468 při teplotě v rozsahu 10 - 30°C. Naměřený odpor se přepočte na hodnotu při 20°C podle vztahu

$$R_{20} = R_T \left(\frac{1}{1 + \alpha (T - 20)} \right)$$

- T... teplota při měření ve °C
R_T... elektrický odpor při teplotě T
R₂₀... elektrický odpor při teplotě 20°C
α... teplotní součinitel odporu při 20°C [K⁻¹]

Poznámka: Podle informativní přílohy A normy [5] jsou hodnoty teplotního součinitele odporu α [K⁻¹] následující:
0,0036 pro 20SA a 27SA, 0,0038 pro 30SA a 0,0040 pro 40SA

Rezistivita drátu se vypočte z vypočteného odporu při 20°C, průřezu drátu vypočteného z naměřeného průměru z a délky vzorku.

Rezistivita musí vyhovovat požadavkům uvedeným v tabulce F.4.2.